

EL ESPECTRO TRÓFICO DE JUVENILES DE *SYNBRANCHUS MARMORATUS* (SYNBRANCHIFORMES, SYNBRANCHIDAE)

Mónica Rodríguez ¹

ABSTRACT

THE TROPHIC SPECTRUM OF YOUNG *SYNBRANCHUS MARMORATUS* (SYNBRANCHIFORMES, SYNBRANCHIDAE). The stomach contents of 48 young swamp-eels, *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795), collected in lenitic and lotic environments of the middle Paraná River, Argentina, were studied. Digestive tracts contain predominantly littoral zooplankters and invertebrates related to the floating vegetation. In this period of life, *S. marmoratus* is carnivorous. Its alimentary strategy is generalist with a high within - phenotypic component.

KEYWORDS. Stomach contents, young swamp-eels, *S. marmoratus*, Paraná River, Argentina.

INTRODUCCIÓN

El sistema del río Paraná comprende hábitats lóticos y leníticos permanentes y transitorios. Se caracteriza por la gran amplitud y complejidad de su valle aluvial, donde se desarrollan un sinnúmero de lagunas, madrejones y otros cuerpos de agua leníticos. Estos ambientes, dentro de su relativa uniformidad, poseen características muy diversas, determinando posibilidades y limitaciones variadas a la vida de las especies. Pese a ello el sistema se articula en un sistema más o menos definido, que dentro de las diferencias de su zonación longitudinal, responde rítmicamente, de manera directa o indirecta, a los estímulos cíclicos del ambiente (BONETTO, 1976).

BONETTO **et al.** (1969) estudiaron varios cuerpos de agua temporarios durante la estación de las aguas bajas, observando la presencia de numerosas especies de peces adaptadas a estas condiciones, en lagunas con densa cobertura vegetal. Entre esas se encuentra la anguila criolla o anguila barrosa, *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795), caracterizada como una especie típica de aguas quietas (LOWE-Mc CONNELL, 1975), y de amplia distribución, desde México hasta el sur de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Posee capacidad para respirar tanto oxígeno atmosférico como oxígeno disuelto en el agua, fenómeno estudiado por diversos autores (ROSA, 1977; GRAHAM &

1. Univ. Nac. Litoral (UNL). Fac. Formac. Doc. Cs. U.N.L. Paraje El Pozo s/n. Ciudad Universitaria. (3000) Santa Fe, Argentina.

BAIRD, 1984) al igual que su estrategia reproductiva de tipo hermafrodita protogínico diándrico (BREder & ROSEN, 1966; LIEM, 1968). Son escasos los trabajos referidos a la alimentación de esta especie en los distintos estadios de vida, encontrándose algunas referencias sólo para el adulto (DEVINCENZI & TEAGUE, 1942; BONETTO, 1986). Teniendo en cuenta su potencialidad económica por la calidad de su carne, además de su resistencia a las condiciones de cautiverio (BONETTO, 1986; LO NOSTRO *et al.*, 1996), y la falta de información sobre su ingesta, se fijó el objetivo de conocer el espectro trófico y los hábitos alimentarios de juveniles de *Sybranchus marmoratus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron 48 juveniles cuyas tallas estuvieron comprendidas entre 25.5 y 190 mm de longitud total, rango correspondiente a esta etapa de vida según TAYLOR (1913), ROSEN & RUMNEY (1972), ROSEN & GREENWOOD (1976). El material utilizado procedió, en parte, de la colección íctica del Instituto Nacional de Limnología (INALI - CONICET), obtenido en distintos ambientes del tramo medio del río Paraná. Además, se colectaron ejemplares (que fueron depositados en la citada institución) en hábitats litorales vegetados por *Pistia stratiotes* L. y *Salvinia* sp., en otros ambientes lóticos y lénticos próximos a la ciudad de Santa Fe, Argentina. Estos muestreos se realizaron de enero a marzo de 1996, meses que pertenecen a la época de reproducción de esta especie (DEVINCENZI & TEAGUE, 1942). Las capturas se llevaron a cabo utilizando un copo con mango de 1 mm de abertura de malla, que se accionó bajo la macrofitia. La fijación de los ejemplares se efectuó con formol al 10 %, inmediatamente después de la captura, con el objetivo de detener los procesos digestivos.

Para el análisis de la ingesta, se procedió a la disección del tubo digestivo bajo microscopio estereoscópico. El contenido estomacal e intestinal fue conservado en formol al 5 %. Posteriormente, se llevó a cabo la identificación taxonómica y el recuento de los organismos, a fin de conocer el espectro trófico. Los ítems fueron identificados con diversas claves (USINGER, 1968; PAGGI, 1975; 1995; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995) y luego cuantificados. Debido al avanzado estado de digestión de los oligoquetos, solamente se registró su presencia mediante el hallazgo de quetas.

Para el análisis de la importancia relativa de los integrantes de la dieta, se utilizó un índice (LAROCHE, 1982) cuya expresión es: $IRI = \% Oc \times \% N$; donde: IRI= Índice de Importancia Relativa; % N= Porcentaje numérico del ítem en la dieta; % Oc= Porcentaje de frecuencia de ocurrencia del ítem en la dieta.

La diversidad trófica fue calculada utilizando el índice de HERRERA (1976); cuya expresión es: $s \cdot TD = - \sum \log p_i$; $y=1$; donde: TD= diversidad trófica; p_i = frecuencia de aparición de las diferentes categorías de alimentos; $i=1,2,3,\dots,s=n^\circ$ total de categorías cualitativas de presas, y su límite superior calculado según: $D. \text{máx.} = s \log n$; donde: D. máx.= diversidad máxima; $s= n^\circ$ total de las categorías cualitativas de presas; $n=$ tamaño de la muestra.

Para analizar la estrategia alimentaria se utilizó el método de análisis gráfico sugerido por COSTELLO (1990) y modificado por AMUNDSEN *et al.* (1996), que de acuerdo al diseño obtenido del ploteo de la abundancia específica de las presas versus su frecuencia de ocurrencia, infiere la contribución de los componentes intra e interfenotípicos a la amplitud de nicho, la importancia de las presas y la estrategia trófica en términos de especialización y generalización a nivel individual y poblacional.

RESULTADOS

Los ejemplares fueron capturados en verano (75 %), en otoño (21 %) y en primavera (4 %). El espectro trófico estuvo compuesto únicamente por organismos animales, representados por 62 entidades taxonómicas, que incluyeron desde protozoos a peces (tab. I).

En el total de la muestra, el ítem más importante fueron los cladóceros (IRI= 3024), y entre ellos los quidóridos *Euryalona* sp., *Notalona* sp. y *Chydorus* sp. y los dáfnidos, *Simocephalus* sp. Entre los insectos (IRI= 1809) se destacaron las larvas de quironómidos y coleópteros (Dysticidae). Los ostrácodos, también tuvieron una

Tabla I. Espectro trófico de juveniles de *Synbranchus marmoratus* (n= 48), do Rio Paraná, Argentina.

		Táxons
Protozoa		Insecta
	<i>Centropyxis</i> sp.	Coleoptera
Rotifera		Dysticidae (larva)
Bdelloidea		Hydrophilidae (larva)
		Helodidae (larva)
Lecanidae		Stratiomidae (larva)
Oligochaeta		No identificado
		Heteroptera
Gastropoda		Odonata
Crustacea		Anisoptera (ninfa)
Cladocera		Zygoptera (ninfa)
Sididae		Ephemeroptera (ninfa)
	<i>Latonopsis</i> sp.	Tricoptera (ninfa)
	<i>Pseudosidas</i> sp.	Diptera
	<i>Diaphanosoma</i> sp.	Chironomidae (larva)
	No identificado	Ortocladinae
Daphnidae		<i>Corynoneura</i> sp.
	<i>Simocephalus</i> sp.	No Identificado
Macrothricidae		Chironominae
	<i>Ilyocryptus</i> sp.	Chironomini
	<i>Macrothrix</i> sp.	<i>Asheum</i> sp.
Chydoridae		<i>Dicrotendipess</i> sp.
	<i>Chydorus</i> sp.	<i>Poylipedihum</i> sp.
	<i>Euryalona</i> sp.	
	<i>Notoalona</i> sp.	<i>Parachironomus</i> sp.
	<i>Ephemeroporus</i> sp.	No identificado
	<i>Alona</i> sp.	Tanytarsini
	<i>Leydigiasp.</i>	<i>Nimbecerasp.</i>
	<i>Leydigiosisp.</i>	No identificado
	No identificado	Tanypodinae
Moinidae		<i>Labrundiniasp.</i>
	<i>Moinasp.</i>	<i>Pentaneurasp</i>
	No identificado	<i>Monopelopiasp.</i>
Copepoda		<i>Alotanypus</i> sp.
Cyclopoida		No identificado
Calanoida		Diamesinae
Harpacticoida		No identificado
No identificado		Ceratopogonidae
Ostracoda		Pupa No identificada
Amphipoda		Arachnida
	<i>Hyaellasp.</i>	Acariformes
		Hydrachnidia
Decapoda		Osteichthyes
Palemonidae		Siluriformes

importante representación en la dieta de los juveniles, presentando un IRI de 1592. El valor del IRI en los copépodos fue 700. El resto de los ítemes (rotíferos, moluscos, anfípodos, peces, decápodos y protozoos) presentaron en orden decreciente de importancia, valores de IRI inferiores a 11. Se observaron peces en 2 ejemplares de 25,5 y 190 mm respectivamente. La ingesta de copépodos se registró en individuos de hasta 68 mm de longitud, la de ostrácodos en especímenes de hasta 100 mm y los

Tabla II: Valores de porcentaje de numerosidad (% N) y ocurrencia (% Oc) e índice de importancia relativa (IRI) de los grupos taxonómicos que componen la ingesta de 48 juveniles de *Synbranchus marmoratus* en distintas estaciones del año. (n= número de ejemplares analizados).

ITEM	VERANO (n=36)		OTOÑO (n=10)		PRIMAVERA (n=2)			%Oc	IRI
	%N	%Oc	IRI	%N	%Oc	IRI	%N		
Protozoa	-	-	-	-	-	-	25	50	1250
Rotífera	0,9	11	9,9	2	10	20	-	-	-
Oligochaeta	-	22	-	-	20	-	-	-	-
Gastropoda	0,6	11	6,6	-	-	-	-	-	-
Cladocera	41	81	3321	41	50	2050	25	50	1250
Copepoda	11,7	64	748,8	16	50	800	-	-	-
Ostracoda	27,2	81	2203,2	10	30	300	-	-	-
Amphipoda	-	-	-	6	30	180	-	-	-
Decapoda	0,1	3	0,3	-	-	-	-	-	-
Insecta	18,5	94	1739	21	70	1470	25	50	1250
Arachnida	-	-	-	2	10	20	-	-	-
Osteichthyes	-	-	-	21	10	20	25	50	1250

cladóceros hasta 116 mm. Las larvas de insectos se registraron en todo el rango analizado.

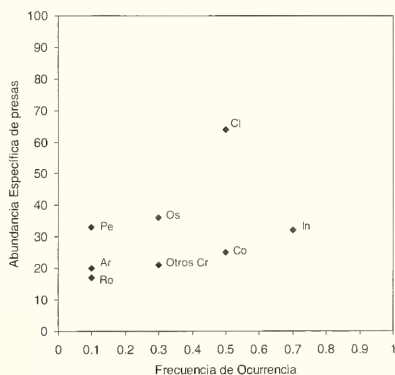
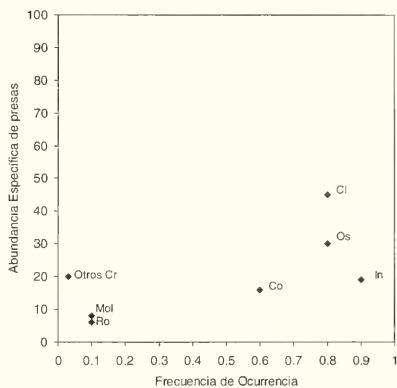
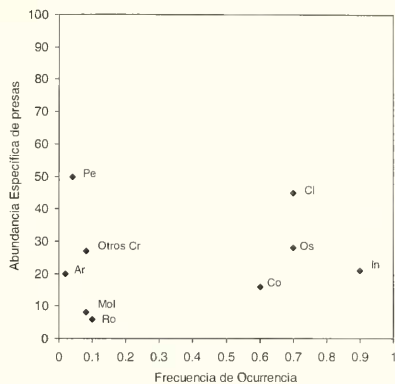
Con respecto a la importancia relativa de los grupos taxonómicos en las distintas estaciones, los cladóceros, copépodos, larvas de insectos y ostrácodos presentaron los valores más altos tanto en verano (febrero y marzo), como en otoño (mayo). El valor del IRI para los ostrácodos fue marcadamente superior en verano. Los oligoquetos presentaron una frecuencia de ocurrencia semejante en ambas estaciones (tab. II).

El número de organismos por tracto digestivo osciló entre 1 y 86 ($x = 15$, $sd = 16,8$). En el verano el número medio de presas por fue 19 (rango: 2-86; sd : 18,10). En esta estación se registró asimismo, en un ejemplar de 62 mm la máxima ingesta compuesta por: 75 cladóceros, 2 ostrácodos, 1 copépodo, 3 larvas de quironómidos y 5 de tricópteros. En otoño y primavera (noviembre), los números medios de presas fueron 5 y 2 respectivamente.

La diversidad trófica presentó un valor de 12,7, con valores límites estimados para diversidad mínima= 0 y diversidad máxima= 20,4.

Al efectuar el análisis de la estrategia alimentaria de *S. marmoratus* del total de ejemplares de esta especie, se halló que se comporta como generalista sobre distintos tipos de presa, con una amplitud de nicho caracterizada por un alto componente intrafenotípico (fig. 1).

Cuando este análisis se realizó considerando las variaciones estacionales se obtuvo que durante el verano los hábitos tróficos se caracterizan por una alta contribución del componente intrafenotípico a la amplitud de nicho. En el espectro trófico las presas más importantes fueron los cladóceros, insectos, ostrácodos y copépodos, denotando una estrategia típicamente generalista (fig. 2). Durante el otoño, aumentó levemente la contribución interfenotípica a la amplitud del nicho, evidenciándose un incremento en la abundancia específica de los cladóceros y una disminución en la importancia de los ostrácodos. Es interesante destacar la ingesta de peces durante este período. De acuerdo al esquema de estrategia alimentaria obtenido este correspondería al tipo generalista, con cierta preferencia hacia un tipo de presas (cladóceros) (fig. 3).



Figs. 1-3. Estrategia alimentaria de juveniles de *Synbranchus marmoratus* 1, (n=48). 2, (n=36) en verano (enero-marzo). 3, Siluriformes (n=10) en otoño (abril y mayo). Pe= Siluriformes; Cl= Cladocera; Os= Ostracoda; In= Insecta; Co= Copepoda; Mol= Gastropoda; Ro= Rotifera; Ar= Arachnida; Otros Cr= Otros Crustacea.

DISCUSIÓN

Referente al tipo de habitat utilizado por esta especie, el registro de juveniles entre la macrofitia litoral coincide con lo señalado por MACHADO ALLISON (1990), quien (aunque no indica el estadio de vida) menciona que *S. marmoratus* vive asociada a la vegetación flotante, principalmente compuesta por *Eichhornia* sp., *Pistia stratiotes* y *Salvinia* sp., y con los registros en el río Paraná y en otros sistemas fluviales de CORDIOLA DE YUAN *et al.* (1984).

El espectro trófico registrado concuerda con el mencionado para adultos. BONETTO (1986) señala para esta especie una dieta carnívora, y DEVINCENZI & TEAGUE (1942) indican una alimentación compuesta por peces y crustáceos palemónidos. Olga B. Oliveros (comun. personal) observó la presencia de crustáceos palemónidos y peces pequeños de la familia Characidae en el contenido estomacal de 21 individuos de *S. marmoratus* con tallas entre 265 a 700 cm de longitud total. Los datos expuestos coinciden, parcialmente, con la dieta de los juveniles analizados, en la que se destacaron los microcrustáceos y larvas de insectos como componentes principales. Estos organismos, generalmente asociados a la macrofitia litoral, son utilizados también por juveniles y adultos de diversas especies ícticas paranoplatenses (OLIVEROS, 1980; OLIVEROS & ROSSI, 1991; ROSSI & PARMA DE CROUX, 1992). El número medio de presas ingeridas fue mayor en verano. Esto se debe, probablemente, a que los organismos más importantes se presentan con mayor densidad en verano, tal como lo indica PAPORELLO DE AMSLER (1983) para los cladóceros e insectos asociados a macrófitas flotantes.

En el análisis de la importancia relativa de los ítemes que componen la dieta, los cladóceros, las larvas de insectos y los ostrácodos se presentaron como los grupos más importantes, destacándose los cladóceros y larvas de insectos como grupos dominantes en la ingesta de los individuos de mayor longitud. El espectro trófico de otras especies ícticas del río Paraná reveló que la presencia de los ostrácodos en la ingesta fue escasa, registrándose en juveniles de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (OLIVEROS & ROSSI, 1991) y en ejemplares de *Characidium* (= *Jobertina*) *rachowi* Regan, 1913; *Holoshstes pequirá* Steind., 1882; *Eigenmania virescens* (Val., 1847) e *Hypessobrycon anisitsi* (Eig., 1907) (OLIVEROS, 1980).

En relación a la estrategia alimentaria, diversos autores (LOWE-Mc CONNELL, 1975; Marlier, 1967 *apud* WELCOMME, 1979) consideran que *S. marmoratus*, presenta, en relación a sus hábitos alimentarios, un comportamiento de tipo especialista. La definición de estas estrategias para los peces ha sido un tema de amplio debate. Según GERKING (1994) el generalista come un amplio espectro de especies de presas, mientras que el especialista tiene una dieta restringida a un número relativamente pequeño de especies. Dada la diferente caracterización y definición de estos comportamientos, los resultados obtenidos permiten demostrar la diversidad del componente alimentario, y por lo tanto, la estrategia generalista de los juveniles de *S. marmoratus*. El análisis del método gráfico propuesto por COSTELLO (1990) y modificado por AMUNDSEN *et al.* (1996) permite inferir que la estrategia alimentaria se define por su alto componente intrafrenotípico, denotando hábitos de tipo generalista para esta etapa de vida. Al analizar separadamente las estrategias desarrolladas en dos estaciones del año (verano y otoño), se obtiene que en ambas se presenta un comportamiento de tipo generalista, aunque en otoño se evidencia cierta preferencia sobre los cladóceros debido al aumento en la abundancia específica

en la dieta.

De los resultados obtenidos se concluye que los juveniles de *S. marmoratus* son carnívoros con una estrategia alimentaria de tipo generalista, alimentándose principalmente de cladóceros, larvas de insectos y ostrácodos.

Agradecimientos. A las Profesoras Liliana Rossi y Olga B. Oliveros, quienes han dirigido este trabajo y revisaron el manuscrito. A los Profesores Mercedes Marchese, Juan César Paggi, Graciela P. de Amsler y al Biól. Pablo Collins por su ayuda en la identificación de organismos integrantes de la dieta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMUNDSEN, P.A., GABLER, H.M. & STALDVIK, F.J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data - modification of the Costello (1990) method. **J. Fish. Biol.** London, **48**: 607 - 614.
- BONETTO, A.A. 1976. **Calidad de las Aguas del río Paraná - Introducción a su estudio ecológico**. Santa Fe. Dir. Na c. de Const. Portuarias. INCYTH. Prog. de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Of. de Coop. Técnica de la O.N.U. 202 p.
- 1986. Fish of the Paraná system **In**: DAVIES, B.R. & WALKER, D.J. eds. **The Ecology of River Systems**. Dordrecht, Dr. Junk publishers, p. 573 - 589.
- BONETTO, A.A.; CORDIVIOLA DE YUAN, E. et al. 1969. Ciclos hidrológicos del río Paraná y las poblaciones de peces en ambientes leníticos permanentes del Paraná Medio. **Physis**, Secc. B, Buenos Aires, **29** (78): 213 - 223.
- BREDER, C. M. JR. & ROSEN, D.E. 1966. **Models of reproduction on fishes**. New York, T.F.H. Publications, 941 p.
- CORDIVIOLA DE YUAN, E.; OLDANI, N. et al. 1984. Aspectos limnológicos de ambientes próximos a la ciudad de Santa Fe (Paraná Medio): poblaciones de peces ligadas a la vegetación. **Neotrópica**, Buenos Aires, **30**(84): 127 - 139.
- COSTELLO, M.J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. **J. Fish. Biol.** London, **36**: 261 - 263.
- DEVICENZI, G. J. & TEAGUE, G.W. 1942. Ictiofauna del río Uruguay medio. **An. Mus. Hist. nat. Montevideo**, Segunda Serie, Montevideo, **5**: 1 - 100.
- GERKING, S. 1994. **Feeding Ecology of Fish**. London. Academic, 416 p.
- GRAHAM, J. & BAIRD, T. 1984. The transition to air breathing in fishes. III. Effects of body size and aquatic hypoxia on the aerial gas exchange of the swamp eel *Synbranchus marmoratus*. **J. exp. Biol.** Edinburgh, **108**: 357 - 375.
- HERRERA, C. 1976. A trophic Diversity Index for presence-absence food data. **Oecologia**, Berlin, **25**: 187 - 191.
- LAROCHE, J.L. 1982. Trophic patterns among larvae of the fish species of sculpins (Family: Cottidae) in Maine estuary. **Fish. Bull.** Seattle, **80** (4): 827 - 840.
- LIEM, K. 1968. Geographical and taxonomic variation in the pattern of natural sex reversal in the teleost order Synbranchiformes. **J. Zool.**, London, **156**: 225 - 238.
- LO NOSTRO, F.L.; RAVAGLIA, M.A. et al. 1996. Inducción de la espermiación y reversión sexual mediante el tratamiento con sGnRH-A y domperidona en el pez protogínico, *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795). **In**: CONGRESO LATINOAMERICANO DE ACUICULTURA, 9. **Anales...** Coquimbo, A. Silva & G. Merino eds. p. 324 - 328.
- LOWE-McCONNELL, R. 1975. **Fish Communities in Tropical Fresh Waters**. London. Longman, 337 p.
- MACHADO ALLISON, A. 1990. Ecología de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela. **Interciencia**, Caracas, **15** (6): 411 - 423.
- OLIVEROS, O.B. 1980. Campaña Limnológica "Keratella I" en el río Paraná Medio: Aspectos tróficos de los peces de ambientes leníticos. **Ecología**, Santa Fe, **4**: 115 - 126.
- OLIVEROS, O.B. & ROSSI, L.M. 1991. Ecología trófica de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). **Revta Asoc. Cienc. Nat. Litoral**, Santa Fe, **22** (2): 55 - 68.
- PAGGI, J.C. 1975. Las "Pulgas de agua" o Cladóceros. **Revta Asoc. Cienc. Nat. Litoral**, Santa Fe, **6**: 85 - 107.
- 1995. Crustacea Cladóceros. **In**: LOPRETTO, E. & TELL, G. **Ecosistemas de aguas continentales - Metodologías para su estudio**. La Plata. Ediciones Sur, III, p. 909-963.
- PAPORELLO DE AMSLER, G. 1983. Fauna asociada a las raíces de *Eichhornia crassipes* en el río Correntoso (Prov. de Santa Fe). Estudio Preliminar. **Revta Asoc. Cienc. Nat. Litoral**, Santa Fe, **14** (2): 133 - 147.

- ROSA, L.L. 1977. Respiração de *Synbranchus marmoratus*. Pisces - Teleostei- na água e no ar. **Bolm Fisiol. Animal**, São Paulo, **1**: 39 - 70.
- ROSEN, D.E. & GREENWOOD, P.H. 1976. A fourth Neotropical species of synbranchid eel and the phylogeny and systematics of synbranchiform fishes. **Bull. Am. Mus. nat. Hist.**, New York, **157**(1): 1 -67.
- ROSEN, D.E. & RUMMEY, A. 1972. Evidence of a second species of *Synbranchus* (Pisces, Teleostei) in South America. **Am. Mus. Novit.**, New York, **2497**: 1-45.
- ROSSI, L.M. & PARMA DE CROUX, M.J. 1992. Influencia de la vegetación acuática en la distribución de peces del río Paraná, Argentina. **Ambiente Neotropical**. Corrientes, **2**: 65 - 75.
- TAYLOR, M. 1913. The development of *Synbranchus marmoratus*. **Q. Jl. microsc. Sci.**, London, **59**: 1 -51.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. 1995. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo - Guia de identificação e diagnose dos gêneros**. São Carlos. Univ. Federal de São Carlos. 229 p.
- USINGER, R.L. 1968. **Aquatic Insects of California**. Berkeley. Univ. of California. 508 p.
- WELCOMME, R.L. 1979. **The fisheries Ecology of floodplain rivers**. London, Longman. 317 p.

Recebido em 24.08.1998; aceito em 17.02.1999.